

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE MEDICINA



**RELACIÓN DE CRITERIOS ELECTROCARDIOGRÁFICOS DE HIPERTROFIA
VENTRICULAR IZQUIERDA Y EL SOMATOTIPO EN ATLETAS MEXICANOS**

Por

DR. (A) Rosa María Gisela Hernández Suárez

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL DEPORTE Y REHABILITACIÓN**

FEBRERO 2018.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE MEDICINA



RELACION DE CRITERIOS ELECTROCARDIOGRAFICOS
DE HIPERTROFIA VENTRICULAR IZQUIERDA Y EL
SOMATOTIPO EN ATLETAS MEXICANOS

POR

DRA. ROSA MARIA GISELA HERNANDEZ SUAREZ

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN
MEDICINA DEL DEPORTE Y REHABILITACION

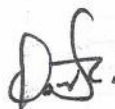
FEBRERO 2018

**"RELACIÓN DE CRITERIOS ELECTROCARDIOGRÁFICOS DE HIPERTROFIA
VENTRICULAR IZQUIERDA Y EL SOMATOTIPO EN ATLETAS MEXICANOS"**

Aprobación de la tesis:



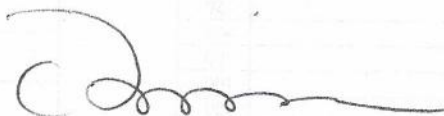
Dr. Tomás Javier Martínez Cervantes
Asesor de Tesis



Dr. med. Oscar Salas Fraire
Jefe de Departamento
Medicina del Deporte y Rehabilitación



Dra. Karina Salas Longoria
Coordinadora de Enseñanza
Medicina del Deporte y Rehabilitación



Dr. Felipe Arturo Morales Martínez
Subdirector de Estudios de Posgrado

DEDICATORIA Y/O AGRADECIMIENTOS

Gracias, de corazón, a mis tutores, los doctores Oscar Salas Fraire y Tomás Javier Martínez Cervantes. Gracias por su paciencia, dedicación, motivación, criterio y aliento. Han hecho fácil lo difícil. Ha sido un privilegio poder contar con su guía y ayuda. Gracias a todas las personas del Departamento de Medicina del Deporte Y Rehabilitación, por su atención y amabilidad en todo lo referente a mi vida como alumna de esta especialidad.

Gracias a las personas que, de una manera u otra, han sido claves en mi vida profesional, y por extensión, en la personal: mis colegas y amigos del alma, María Fernanda Novoa, Minerva Menchaca, Paola Ramírez y Eduardo Guadarrama.

Gracias al gran esposo y mejor persona que ha entrado en mi vida, y que me está ayudando a construir mi sueño: Fidel García, por los 4 años de compañía y por lo muy presente que ha estado en las largas horas de trabajo.

Gracias a los amigos a los que he robado horas de compañía. Nombrar a todos sería muy extenso y podría cometer algún olvido injusto, por ello, ¡gracias, amigos, por estar ahí!

Y por encima de todo, y con todo mi amor, gracias a los míos por estar incondicionalmente conmigo durante estos años. Siempre. Gracias, Papá, Mamá, Memo, y Coco. Y gracias a los que vienen y a los que ya no están. Gracias por todo. Los quiero con todo mi corazón.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo I	Página
1. RESÚMEN	1
Capítulo II	
2. INTRODUCCIÓN	4
Capítulo III	
3. OBJETIVOS	24
Capítulo IV	
4. MATERIAL Y MÉTODOS	25
Capítulo V	
5. RESULTADOS	34
Capítulo VI	
6. DISCUSIÓN	43
Capítulo VII	
7. CONCLUSIÓN	49
Capítulo VIII	
8. BIBLIOGRAFÍA	51
Capítulo IX	
9. RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO	55

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA

PÁGINA

TABLA 1	36
----------------------	----

Características antropométricas y demográficas de la población general

TABLA 2	37
----------------------	----

Distribución de sujetos participantes en cada categoría de deporte estudiado

TABLA 3	38
----------------------	----

Características antropométricas y demográficas de la población por cada deporte.

TABLA 4	39
----------------------	----

Componentes del somatotipo por deporte

TABLA 5	40
----------------------	----

Categorías del somatotipo por deporte

TABLA 6	41
----------------------	----

Somatotipo en deportistas con HVI y sin HVI.

TABLA 7	42
----------------------	----

Correlación entre somatotipo y criterios ECG de HVI.

ÍNDICE DE FIGURAS

Time (months)	No treatment (%)	With treatment (%)
0	10	10
3	25	35
6	30	35
12	35	30

FIGURA

FIGURA 1 34

NOMENCLATURA

HVI	Hipertrofia ventricular izquierda
ECG	Electrocardiograma
D.E.	Desviación estándar
RMN	Resonancia magnética
lpm	Latidos por minuto
VO2max	Consumo de oxígeno máximo
mm	Milímetros
MCH	Miocardiopatía hipertrófica
MCD	Miocardiopatía dilatada
MCAVD	Miocardiopatía arritmogénica del ventrículo derecho
VI	Ventrículo izquierdo
FEVI	Fracción de eyección del ventrículo izquierdo
AHA	American Heart Association
mV	Milivoltios
BRI	Bloqueo de rama izquierda
EAC	Enfermedad arterial coronaria
MVI	Masa ventricular izquierda
ISAK	International Society for the Advancement of Kinanthropometry

IP	Índice ponderal
kg	Kilogramos
cm	Centímetros

CAPÍTULO I

1. RESUMEN.

Corazón del atleta es el término que se le da al proceso de remodelación estructural, funcional, y eléctrica que sucede en el corazón debido al entrenamiento atlético regular. Es de suma importancia saber diferenciar los hallazgos que indican una situación patológica de aquellos que indican una adaptación fisiológica benigna al ejercicio.

El cambio más característico y predominante en el corazón del atleta es la hipertrofia del ventrículo izquierdo (HVI). Los criterios de diagnóstico para la HVI más usados están basados en el voltaje del QRS y los recomendados para el diagnóstico de HVI en atletas son los criterios de Sokolow-Lyon.

El somatotipo se define como un descriptor numérico en términos de forma y composición corporal basándose en tres elementos esenciales: la endomorfia, la mesomorfia y la ectomorfia. La identificación del somatotipo dominante en un determinado deporte provee información útil para el desarrollo de programas de entrenamiento específicos.

Es importante conocer si existe una relación directa entre el somatotipo, el tipo de deporte realizado y las alteraciones electrocardiográficas de HVI.

El objetivo de este estudio fue conocer si existe una correlación entre las alteraciones ECG de HVI y el somatotipo en atletas. Se evaluaron 361 expedientes (315 hombres y 46 mujeres) de atletas quienes se realizaron una prueba de esfuerzo en el Departamento de Medicina del Deporte y Rehabilitación del Hospital Universitario entre los años 2008 y 2017. Se analizaron los criterios de Sokolow-Lyon para encontrar HVI y el somatotipo de Heath y Carter y se estudió la correlación entre el somatotipo y la presencia de criterios ECG positivos para HVI.

Se encontró que el 87.3% de la muestra fueron hombres y el 12.7% mujeres, una edad media de la muestra de 21.96 años con una desviación estándar (D.E.) de ± 7.0 , mínimo 11 años y máximo 53 años. Dentro de los 361 expedientes analizados se obtuvieron 18 categorías distintas de deportes, el futbol soccer se dividió en 7 categorías (soccer 1° división, soccer sub 20, soccer 2° división, soccer sub 17, soccer femenino, soccer 3° división y soccer sub 15), béisbol, fútbol americano, ciclismo, natación, basquetbol, tenis, gimnasia artística, karate do, triatlón, boliche y atletismo.

Al analizar el somatotipo por deporte encontramos que en todos los grupos de fútbol soccer la categoría predominante fue mesomorfo-ectomórfico excepto en el futbol soccer femenino donde predominó mesomorfo-endomorfo. En el béisbol y en el futbol americano fue mesomorfo-endomórfico. En el ciclismo predominó la categoría mesomorfo-endomorfo y en la natación mesomorfo-ectomorfo.

Encontramos que el 63.7% (230 deportistas en total) no presentaron datos positivos de HVI y un 36.3% (131 deportistas) si cumplieron con los criterios de HVI de acuerdo a los criterios de Sokolow-Lyon. La clasificación del somatotipo promedio del grupo de deportistas con criterios de voltaje positivos para HVI fue

mesomorfo-balanceado y para aquellos que no cumplieron los criterios fue de mesomorfo-endomórfico. No se encontró correlación entre el somatotipo y los criterios ECG de voltaje para HVI en la regresión lineal, aunque el modelo si predice.

Es importante seguir estudiando la relación entre somatotipo y criterios ECG de HVI con un tamaño de muestra más grande y una muestra más homogénea en cuanto características antropométricas, especialmente la edad, y más homogénea en cuanto al nivel competitivo

CAPÍTULO II

2. INTRODUCCIÓN

A. CORAZÓN DE ATLETA:

i. Marco histórico:

Corazón del atleta es el término que se le da al complejo proceso de remodelación estructural, funcional, y eléctrica que sucede en el corazón en consecuencia del entrenamiento atlético regular ^{1,2}

Se sabe que el corazón de los atletas tiene ciertas diferencias cuando se le compara al corazón de personas no-atletas desde finales del siglo XIX ¹. Fue en Europa, en el año de 1899, que el médico sueco Dr. S Henschen reportó por primera vez el efecto tanto estructural como funcional del entrenamiento físico sobre el corazón. Utilizando únicamente sus habilidades de exploración física, mediante la auscultación y percusión, demostró que los atletas elite de esquí nórdico de Cross Country tenían las dimensiones cardíacas incrementadas. Henschen concluyó que

tanto la dilatación como la hipertrofia estaban presentes, involucrando ambos lados izquierdo y derecho del corazón, y que estos cambios eran normales y favorables ³.

Poco más tarde, a principios del siglo XX, otros médicos comenzaron a realizar observaciones similares, tanto en atletas de remo como en competidores de maratón, destacando que el pulso radial de los corredores del maratón de Boston presentaba marcada bradicardia sinusal ¹.

Posteriormente los primeros descubrimientos de las características del corazón del atleta fueron confirmadas mediante estudios de imagen con radiografías de tórax en atletas entrenados, al encontrarse un claro aumento del tamaño del corazón en ellos ⁴. Asimismo, el desarrollo del electrocardiograma (ECG) contribuyó enormemente al estudio de la actividad eléctrica del corazón del atleta, observándose ciertas taquiarritmias y bradiarritmias repetitivamente en los sujetos altamente entrenados ¹.

Con el desarrollo de nuevas herramientas de evaluación y examinación cardiaca, nuestro entendimiento y comprensión de este síndrome ha ido enriqueciéndose. Más recientemente con el uso de algunas técnicas de hemodinamia invasivas se logró analizar el comportamiento cardiaco tanto en el ejercicio como en reposo y posteriormente con el advenimiento del ecocardiograma y la resonancia magnética (RMN) cardiaca se lograron grandes avances en el estudio del corazón de atleta ^{1,2}.

Sin embargo, desde las primeras observaciones del crecimiento de las cámaras cardiacas ha estado en constante debate la verdadera significancia que esto representa para la salud de los atletas.

En 1902 se postuló que el crecimiento de las cámaras cardiacas en los atletas era una consecuencia patológica del sobreuso, que lo debilitaba debido a la

"tensión" creada por el entrenamiento continuo y que a su vez podía culminar en un colapso prematuro del sistema cardiovascular. Algunos observadores incluso consideraban que el corazón del atleta entrenado debilitaba debido a la "tensión" creada por el entrenamiento continuo y excesivamente agotador y creían que los atletas estaban sujetos al deterioro de la función cardíaca y la insuficiencia cardíaca^{2,3}. Actualmente hay quienes siguen manteniendo esta afirmación, sin embargo a la fecha no hay suficiente evidencia que la apoye.

Es importante conocer a fondo este fenómeno de adaptación del corazón de atleta, principalmente para lograr diferenciar los cambios fisiológicos considerados normales y benignos de un estado patológico potencialmente mortal. Además, el estudio del corazón de atleta puede beneficiar al mundo del deporte, de tal forma que al comprender cómo sucede esta adaptación se podría proveer una guía para el óptimo desarrollo de programas de entrenamiento.

ii. Efectos del ejercicio en el corazón:

El sistema cardiovascular es responsable del transporte de sangre rica en oxígeno desde el ventrículo izquierdo hacia todo el organismo en un minuto, este proceso se denomina gasto cardíaco (cuantificado en función de litros por minuto). Los componentes funcionales del gasto cardíaco son la frecuencia cardíaca y el volumen sistólico².

La función cardíaca durante el ejercicio experimenta una serie de cambios que podemos concretar en un aumento del gasto cardíaco de hasta 5 a 6 veces más que los valores en reposo. Dicho incremento es en gran parte debido al componente

de la frecuencia cardiaca, la cual puede variar en un atleta joven entrenado desde 40 latidos por minuto (lpm) en reposo hasta más de 200 lpm en un ejercicio máximo².

El volumen de eyección cardiaco (volumen/latido) tanto en reposo como en el ejercicio máximo puede incrementarse de manera significativa en respuesta al entrenamiento continuo y prolongado. A su vez, esta habilidad de generar un mayor volumen sistólico está directamente relacionado al crecimiento de las cámaras cardiacas^{1,2}.

iii. Adaptación cardiovascular en función del tipo de deporte realizado

Las adaptaciones cardiovasculares al ejercicio se definen en función del tipo de actividad deportiva realizada y de la carga que se le impone al sistema cardiovascular.

Los deportes de resistencia aeróbica (por ejemplo atletismo de fondo o natación de fondo) implican una carga dinámica e isotónica en los músculos trabajados. Este tipo de deportes ocasionan un incremento en el gasto cardiaco a través de incrementos en la frecuencia cardiaca y volumen sistólico, presentan aumento del consumo de oxígeno máximo, de la presión arterial sistólica, además de una reducción importante en la resistencia periférica. La carga a la que se somete el sistema cardiovascular es predominantemente una carga de volumen.

En cambio aquellos deportes de fuerza anaeróbica (por ejemplo halterofilia o lanzamiento de bala) imponen una carga estática, isométrica en los músculos trabajados. En ellos se observa un incremento pronunciado en ambos componentes de la presión arterial (sistólica y diastólica). A diferencia de los deportes de

resistencia aeróbica, en estos deportes el incremento en la frecuencia cardíaca, el volumen sistólico y por ende en el gasto cardíaco, son mínimos pero la resistencia periférica se ve incrementada. Es por ello que la carga que se le impone al ventrículo izquierdo es predominantemente de presión¹.

Estas diferencias se traducen en que el corazón de deportistas en resistencia aeróbica presenta mayor incremento en base a mayores dimensiones del ventrículo izquierdo, en cambio los deportistas de fuerza anaeróbica deben su crecimiento cardíaco al incremento en el grosor de la pared del ventrículo izquierdo¹.

Es importante mencionar que la mayoría de los deportes suelen contener proporciones variadas de ambos componentes, siendo pocos aquellos deportes puramente aeróbicos o anaeróbicos. Las alteraciones fisiológicas relacionadas con el entrenamiento en estas disciplinas representan un conjunto complejo de mecanismos centrales y periféricos que operan a niveles estructurales y metabólicos^{1,3}.

iv. Periodo de tiempo necesario para la adaptación cardíaca

Un aspecto que debe ser considerado durante la evaluación del corazón de un atleta es la cantidad de tiempo de entrenamiento a partir de la cual se puede considerar que los hallazgos en la evaluación cardíaca son debido a una adaptación al ejercicio. Este punto es de importancia particularmente cuando se está tratando a un atleta recreativo.

Aparentemente los cambios del corazón del atleta, llámese bradicardia en reposo, incremento del consumo de oxígeno máximo (VO_{2max}) e incremento de la

pared ventricular izquierda, suelen observarse en aquellos individuos que entrenen durante más de 3 horas por semana⁵.

Una herramienta de gran utilidad para la evaluación de este tipo de deportistas (recreativos) es una prueba de esfuerzo. Ya que al conocer el VO₂max del sujeto evaluado, se aporta información muy valiosa con respecto al estado de entrenamiento y de rendimiento de dicho individuo, con lo cual puede considerarse si los cambios encontrados en el corazón y la capacidad física atlética son congruentes o no.¹

v. Remodelación estructural del ventrículo izquierdo

El cambio más característico y predominante en el corazón del atleta es sin duda la hipertrofia del ventrículo izquierdo, la cual puede clasificarse en concéntrica o excéntrica¹.

Las primeras observaciones que sugerían un posible crecimiento del ventrículo izquierdo en la población atlética fueron a través del ECG, en donde se observaban datos de incremento del voltaje. No fue hasta el desarrollo del ecocardiograma que pudo confirmarse dicha observación, al documentarse una hipertrofia y dilatación del ventrículo izquierdo en deportistas altamente entrenados².

vi. Variabilidad racial y de género

Es bien sabido que la variabilidad genética, de género y racial afectan la respuesta cardiaca individual al ejercicio, a tal grado que los límites de normalidad deben ser ajustados dependiendo de dichos antecedentes del deportista^{1,2,5}.

Al evaluar los cambios de adaptación cardíaca de tal forma que se corrijan las dimensiones cardíacas con el respectivo tamaño corporal, generalmente las atletas femeninas suelen presentar menos remodelación cardíaca fisiológica que sus contrapartes masculinos¹.

Se ha encontrado que los atletas de ascendencia Afro-Caribeña suelen tener un grosor de la pared ventricular izquierda mayor en comparación con los atletas caucásicos. En los primeros se considera normal un grosor de la pared del VI de hasta 15 mm^{1,2,5}.

vii. Diagnóstico diferencial entre hallazgos patológicos y benignos

Como ya se ha mencionado, es de suma importancia saber diferenciar los hallazgos que indican una situación patológica (más comúnmente MCH, MCD y MCAVD) de aquellos hallazgos que indican una adaptación fisiológica benigna al ejercicio².

Actualmente los límites de normalidad se encuentran bajo debate, conforme se desarrollan nuevas tecnologías diagnósticas y se realizan más estudios dichos límites son modificados constantemente^{1,2,5}.

Es importante considerar todos los factores relacionados al atleta al momento de la evaluación y la toma de decisiones, ya que toda decisión debe ser siempre individualizada. Se deben considerar los antecedentes heredofamiliares, la sintomatología, la edad, el género, la raza y el tamaño corporal del atleta².

Un parámetro muy comúnmente evaluado es el grosor de la pared y el tamaño de la cavidad del ventrículo izquierdo. Actualmente se considera que en población

no atlética el grosor de la pared del VI no debe ser mayor a 12 mm durante una evaluación ecocardiográfica. En atletas caucásicos no suele ser ≥ 13 mm, mientras que en atletas Afro-Caribeños se considera normal hasta 15 mm de grosor⁶.

Es importante diferenciar el hallazgo de un VI dilatado con una FEVI baja de una MCD, para este fin es muy útil una prueba de esfuerzo con imagen del corazón para poder observar la respuesta ventricular al ejercicio. La respuesta normal es que la FEVI incremente con el ejercicio, a diferencia de una MCD donde no se verá dicha respuesta^{2,5}.

B. HIPERTROFIA VENTRICULAR IZQUIERDA:

La hipertrofia ventricular izquierda (HVI) en aquellos deportistas que practican disciplinas predominantemente de fuerza presenta un patrón concéntrico con tamaños de la cavidad del ventrículo izquierdo (VI) que son similares o ligeramente mayores que los controles sedentarios, aunque el grosor de la pared en relación con el tamaño de la cavidad tiende a ser mayor que los controles y que los atletas de resistencia ¹. Por otro lado en los deportes de resistencia aeróbica suele verse un patrón de HVI de tipo excéntrico, con una marcada dilatación de la cámara ventricular izquierda ².

Es importante mencionar que en la miocardiopatía hipertrófica (MCH), a diferencia del corazón de atleta, las cavidades suelen ser pequeñas. Una cavidad con un tamaño <45 mm es altamente sugestivo de MCH ¹.

La noción de que el ejercicio basado en la resistencia y el ejercicio basado en la fuerza llevan a cambios distintos en la estructura del VI fue propuesta por primera

vez por Morganroth et. al. en 1975 ^{2,7}. Aunque hay evidencia que refuta estos hallazgos de HVI específica del tipo de deporte, la mayoría de los datos de estudios transversales y longitudinales apoyan los hallazgos de Morganroth ².

En cuanto a la remodelación funcional del ventrículo izquierdo está demostrado que el corazón del atleta preserva su función o inclusive presenta una mejora en la función, ya que mediante estudios de ecocardiografía e inclusive mediante RMN cardiaca se ha visto que los atletas generalmente tienen valores de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) muy similares a la población general. La FEVI es el parámetro más utilizado para medir la función sistólica del ventrículo izquierdo ¹. La prueba de esfuerzo con ecocardiografía es una herramienta muy útil para diferenciar un corazón dilatado con una FEVI menor del rango normal de una miocardiopatía dilatada (MCD), ya que la MCD no tendrá un aumento de la FEVI esperado con el ejercicio y la anterior si lo tendrá ¹.

Se ha observado en algunos estudios, que hay un porcentaje de atletas de elite que presentan una FEVI en reposo $\leq 52\%$ e inclusive se han reportado tan bajos como hasta 41%. Dichos resultados sugieren que estos cambios en los atletas sanos, particularmente aquellos especializados en resistencia aeróbica, no suelen ser indicativos de patología ya que el volumen de eyección sistólica es considerado dentro de la normalidad. Dichos atletas sanos, cuando son sometidos a una evaluación ecocardiográfica cardiaca bajo estrés, suelen presentar un aumento normal o inclusive mayor de lo normal de la FEVI durante el ejercicio ^{1,2}.

Pelliccia y cols. reportaron en un estudio ecocardiográfico del corazón de 947 atletas Italianos elite, que un pequeño porcentaje de la muestra (1.7%) presentaba un grosor de la pared del ventrículo izquierdo ≥ 13 mm y observaron que de forma

concomitante todos estos individuos tenían dilatación de la cavidad ventricular izquierda. Es importante destacar que un grosor mayor a 13 mm de la pared del ventrículo izquierdo no es un hallazgo común en atletas sanos y que dicho hallazgo debe ser considerado sugestivo de patología hipertrófica y amerita mayor evaluación diagnóstica ². No obstante, existe un pequeño porcentaje de atletas sanos, especialmente aquellos que pertenecen a la clase de atletas de élite y aquellos de ascendencia Afro-Caribeña, que presentan un grosor de la pared entre 13 – 15mm. Por lo cual, es de suma importancia una interpretación cuidadosa de la HVI en atletas, ya que para la diferenciación entre una hipertrofia adaptativa y una patológica se deben de tomar en cuenta numerosos factores ².

C. CRITERIOS ELECTROCARDIOGRÁFICOS DE HIPERTROFIA

VENTRICULAR IZQUIERDA:

i. Aspectos generales

La HVI se define como una cardiomegalia que se refiere a un aumento en el tamaño de los miocitos del ventrículo izquierdo. La hipertrofia miocárdica puede definirse como un proceso adaptativo del corazón en el que uno o ambos ventrículos incrementan la masa muscular en respuesta a una carga aumentada .

Si se mantiene la proporcionalidad entre miocitos, el intersticio y la vascularización con respecto al aumento de la masa muscular en los ventrículos, se considera una hipertrofia fisiológica, capaz de realizar una regresión completa cuando cesa el estímulo, siendo éste el ejercicio físico. Cuando se pierde esta

relación entre los distintos componentes de la masa miocárdica, se considera que la hipertrofia es patológica, siendo provocada por estímulos anormales como la hipertensión arterial.

Estudios mediante ECG han demostrado una alta prevalencia de incremento del voltaje cardiaco sugestivo de un crecimiento del ventrículo izquierdo en atletas entrenados ².

De acuerdo a las recomendaciones para la estandarización e interpretación del electrocardiograma de la Asociación Americana de Cardiología (AHA, por sus siglas en inglés) los criterios de diagnóstico para la HVI más usados son aquellos que están basados en el voltaje QRS. Dichos criterios han evolucionado a lo largo de los años ⁸.

Con la estandarización del uso del ECG de 12 derivaciones se introdujeron muchos criterios de voltaje, sin embargo los criterios que recibieron mayor aceptación fueron los criterios presentados por Sokolow y Lyon en 1949 los cuales establecían que la suma de Sv₁ y Rv₅ o Rv₆ debía ser mayor a 35 mm para considerarse HVI ⁹. Más recientemente se ha utilizado la suma de Sv₃ y Rv_{6L}, conocida como el "voltaje de Cornell". Dichos criterios establecen que la suma de Sv₃ y Rv_{6L} debe ser mayor a 28 mm en hombres y mayor a 20 mm en mujeres ¹⁰.

Considerando que las amplitudes de los complejos de ECG se denominan en milímetros (mm), en lugar de milivoltios (mV). Utilizando este parámetro, 10 mm es igual a 1 mV; 1 mm es igual a 0.1 mV ⁸.

Actualmente existen criterios más complejos que se implementan fácilmente con sistemas computarizados de grabación e interpretación. Dichos criterios están

basados en productos del voltaje y la duración de QRS, en el área computada del QRS y en la suma de diversos criterios, entre otros ¹¹.

En la actualidad existe una amplia variedad de criterios para el diagnóstico ECG de la HVI, en general la sensibilidad de los diversos criterios es bastante baja (generalmente menos del 50%), mientras que la especificidad es bastante alta (a menudo en el rango de 85% a 90%). Sin embargo, la sensibilidad y la especificidad de cada criterio son diferentes. Por lo tanto, la precisión del diagnóstico dependerá del criterio específico utilizado ⁸.

La literatura actual no es suficiente para indicar si cualquiera de los criterios propuestos más recientemente son claramente superiores a los otros o simplemente son redundantes. Lo que se sugiere es que las interpretaciones siempre especifiquen qué criterios fueron utilizados al hacer el diagnóstico y se sugiere que los sistemas automatizados utilicen múltiples criterios ⁸.

Un punto muy importante a tener en consideración al realizar la interpretación del ECG es que el voltaje en el QRS no sólo se encuentra influenciado por la masa del ventrículo izquierdo. Hay que tener en cuenta que existen otros factores como la edad, el género, la raza, el *habitus* exterior, variaciones del día a día y variaciones en el sitio de colocación de los electrodos, que son determinantes en el voltaje del QRS ⁸.

ii. Factores que influyen en las variaciones de voltaje en el ECG

En general, los criterios de voltaje del QRS comúnmente usados aplican para adultos mayores de 35 años. En el grupo etario de 16 a 35 años los criterios ECG aún no están bien establecidos ⁸.

Las diferencias de género radican en que las mujeres adultas tienen un límite superior ligeramente inferior de voltaje del QRS que los hombres ⁸.

En cuanto a las diferencias raciales los valores normales de voltaje del QRS en los afroamericanos tienen un límite normal superior que los euroamericanos, mientras que los hispanoamericanos tienen límites más bajos ⁸.

La obesidad influye de tal manera que el tejido adiposo crea un efecto aislante del voltaje aunado a la mayor distancia entre el corazón y los electrodos, por lo cual el voltaje suele ser menor. Sin embargo este efecto es variado dependiendo de los criterios utilizados ⁸.

Debido a que la evidencia es contradictoria, el diagnóstico de HVI en presencia de bloqueo de rama izquierda (BRI) completo debe hacerse con precaución ⁸.

iii. Criterios ECG de voltaje en atletas

Los criterios recomendados por las guías de Seattle para la medición del voltaje ECG en el diagnóstico de HVI en atletas son los criterios de Sokolow-Lyon. Estos criterios establecen que si la suma de la onda S en V1 y la onda R en V5 o V6 (usando la onda R más grande) es mayor a 3,5 mV (35 cuadrados pequeños con

una amplificación estándar del ECG a 10 mm / 1 mV) y R en AvL > 11 mm esto representa una HVI ¹². Dichos criterios tienen una sensibilidad del 22% y 18% respectivamente y especificidad del 79% y 92 ¹³.

Los criterios de voltaje para HVI están presente en aproximadamente el 45% de los atletas masculinos y el 10% de las atletas femeninas. El incremento en el voltaje del QRS es más común en atletas afroamericanos ¹².

De acuerdo con las guías de Seattle la presencia aislada de altos voltajes del QRS que cumplen los criterios de Sokolow-Lyon para HVI se considera un hallazgo normal en atletas relacionado con un aumento fisiológico en el tamaño de la cámara cardíaca y/o el grosor de la pared y no requiere en sí una evaluación adicional ¹².

Sin embargo, la presencia adicional de criterios no relacionados con el voltaje para la HVI, tales como: crecimiento de la aurícula izquierda, desviación del eje izquierdo, depresión del segmento ST, inversión de la onda T o ondas Q patológicas, debería aumentar la posibilidad de HVI patológica y amerita una evaluación más profunda ¹².

D. SOMATOTIPO

i. El Somatotipo de Sheldon

La historia de la clasificación y el análisis del físico humano se remonta a tiempos muy antiguos. Hipócrates, un gran filósofo y médico griego del siglo V antes de

Cristo, describió dos tipos diferentes de cuerpos; personas delgadas y con extremidades largas y personas cortas con cuerpos gruesos y masivos. Las implicaciones de dicha clasificación de los cuerpos suponían que los primeros tenían una mayor susceptibilidad a la tuberculosis, los últimos eran muy propensos a las enfermedades del sistema cardiovascular.

Kretschmer, un psiquiatra alemán, a comienzos del siglo XX describió detalladamente las características de tres categorías de humanos a las cuales nombró: pícnico o grasoso, atlético o muscula y delgado o leptosómico, basándose en observaciones antropométricas de sujetos humanos. Kretschmer correlacionó el físico de los sujetos con las características de su temperamento.

Fue en 1940 que Sheldon y colaboradores idearon con éxito un método para analizar y cuantificar la forma del cuerpo humano llamado Somatotipo. De acuerdo con los autores los somatotipos son rangos morfofenotípicos a lo largo de continuas variaciones que poseen características constantemente reconocibles y son los productos funcionales finales de todo el complejo genético y de desarrollo mental¹⁴.

Sheldon reconoció tres componentes básicos del físico: endomorfia, mesomorfia y ectomorfia. Cada individuo tiene grados variables de cada uno de estos tres componentes¹⁴.

El somatotipo siempre está escrito en tres números: el primero indica el desarrollo de la endomorfia, el segundo es la mesomorfia y el tercero, la ectomorfia. La endomorfia se refiere a la adiposidad relativa; la mesomorfia se refiere al desarrollo musculoesquelético relativo; y la ectomorfia a la linealidad humana relativa¹⁵.

ii. El Somatotipo de Heath y Carter

El somatotipo de Heath-Carter se define como la cuantificación de la forma y composición del cuerpo humano a través de una escala numérica y grafica basándose en tres elementos esenciales: la endomorfia, la mesomorfia y la ectomorfia ^{14,15}.

La identificación del somatotipo dominante en un determinado deporte provee información útil para el desarrollo de programas de entrenamiento específicos enfocados en el desarrollo de las características físicas que predominan en dicho deporte y que difieren de otras disciplinas o de distintas posiciones de juego dentro del mismo deporte ¹⁶.

El método de Heath y Carter cuantifica el endomorfismo utilizando las mediciones de tres pliegues (tríceps, subescapular y suprailíaco) para indicar la cantidad de grasa en relación con la altura; para el mesomorfismo utiliza las medidas de los diámetros de huesos (húmero y fémur) y las circunferencias musculares (brazo flexionado y pantorrilla) comparados con la altura de la persona; y para determinar la ectomorfia se usa la talla y se divide entre la raíz cúbica del peso para determinar la linealidad corporal ¹⁷.

El somatotipo se expresa en tres números (del uno al siete) que designan un valor numérico a cada uno de los componentes: endomorfia, mesomorfia y ectomorfia, los cuales siempre deben escribirse en el mismo orden.

La somatocarta es la representación gráfica del somatotipo que sirve como un método visual de para comparar el somatotipo de distintos individuos, el promedio

de distintos grupos, de los miembros de un mismo equipo o simplemente para rastrear a un atleta a través del tiempo.

Para graficar la somatocarta se utilizan las coordenadas X y Y que derivan de un cálculo donde:

$$X = \text{ectomorfia} - \text{endomorfia}$$

$$Y = 2 \times \text{mesomorfia} - (\text{endomorfia} + \text{ectomorfia})^{17}.$$

Los distintos somatotipos que guardan relaciones similares entre la dominancia de los tres componentes (endomorfia, mesomorfia y ectomorfia) se agrupan dentro de 13 categorías que designan dicha dominancia.

Las 13 categorías están basadas en las distintas áreas de la somatocarta 2-D y se definen con las siguientes características:

- Central: ningún componente difiere en más de una unidad de los otros dos.
- Endomorfo balanceado: endomorfia es dominante y mesomorfia y ectomorfia son iguales (o no difieren en más de media unidad).
- Endomorfo mesomórfico: la endomorfia es dominante y la mesomorfia mayor que la ectomorfia.
- Mesomorfo-endomorfo: endomorfia y mesomorfia son iguales (o no difieren en más de media unidad), y la ectomorfia es menor.
- Mesomorfo endomórfico: la mesomorfia es dominante y la endomorfia es mayor que la ectomorfia.

- Mesomorfo balanceado: mesomorfia es dominante y endomorfia y ectomorfia son iguales (o no difieren en más de media unidad).
- Mesomorfo ectomórfico: la mesomorfia es dominante y la ectomorfia es mayor que la endomorfia.
- Mesomorfo-ectomorfo: mesomorfia y ectomorfia son iguales (o no difieren en más de media unidad) y la endomorfia es menor.
- Ectomorfo mesomórfico: la ectomorfia es dominante y la mesomorfia mayor que la endomorfia.
- Ectomorfo balanceado: ectomorfia es dominante y endomorfia y mesomorfia son iguales (o no difieren en más de media unidad).
- Ectomorfo endomórfico: la ectomorfia es dominante y la endomorfia es mayor que la mesomorfia.
- Endomorfo-ectomorfo: endomorfia y ectomorfia son iguales (o no difieren en más de media unidad), y la mesomorfia es menor.
- Endomorfo ectomórfico: endomorfia es dominante y ectomorfia es mayor que mesomorfia ¹⁷.

iii. Somatotipo y su relación con la enfermedad

La relación entre el somatotipo y la enfermedad fue estudiada por primera vez por Sheldon y colaboradores en 1940. Ya que era un psicólogo, Sheldon buscaba correlacionar el somatotipo con ciertas anormalidades del comportamiento y la función humana. En 1969 Sheldon y colaboradores estudiaron patrones psicóticos

con el somatotipo y encontraron que los pacientes con trastorno paranoide esquizoide solían localizarse en el tipo de clasificación mesomórfico-ectomórfico. Por otro lado los depresivos maníacos solían ser dotados de endomorfia y mesomorfia en igual proporción y carecían de ectomorfia ¹⁸.

De acuerdo con Williams y colaboradores en el caso de pacientes con enfermedad arterial coronaria (EAC), la endomorfia se correlacionó significativamente con la circunferencia abdominal, la relación abdomen-cadera y el diámetro sagital abdominal, mientras que la mesomorfia no se relacionó con estos indicadores de adiposidad androide o abdominal después de un ajuste parcial ¹⁹.

De acuerdo con un estudio de Herrera y colaboradores, la correlación entre ectomorfia y la presión arterial sistólica y diastólica mostró que a medida que aumentaba la ectomorfia, la presión arterial disminuía, excepto en el grupo de mayor edad. La endomorfia y la mesomorfia mostraron un patrón de correlación estable con la presión arterial en los hombres, lo que indica una postura neutral de estos componentes para determinar la presión arterial, mientras que en las mujeres este patrón fue más irregular y menos consistente ²⁰.

iv. Características antropométricas y su relación con el corazón de atleta

Gran cantidad de autores sugieren que las dimensiones cardíacas se correlacionan más directamente con las dimensiones corporales particularmente con la masa magra que con el tipo de entrenamiento o el estado de entrenamiento reflejado en el consumo máximo de oxígeno.

Devereux y colaboradores en el año 1984 encontraron correlaciones significativas entre la masa ventricular izquierda (MVI), la superficie corporal y la masa magra en sujetos sanos ²¹.

Para muchos autores en los deportes de tipo anaeróbico en los que predomina el ejercicio de tipo isométrico, el aumento de masa ventricular se produciría de forma paralela a la del músculo esquelético ²².

G. JUSTIFICACIÓN

Es de suma importancia poder diferenciar los hallazgos normales en el corazón de un atleta de la presencia de patología cardíaca como la miocardiopatía hipertrófica (MCH), la miocardiopatía dilatada (MCD) y la cardiomiopatía arritmogénica ventricular derecha (CAVD) ante un cuadro clínico específico.

Se requiere conocer las características electrocardiográficas del corazón del atleta para descartar anomalías que pongan en peligro la vida, es importante conocer si existe una relación directa entre el somatotipo, el tipo de deporte realizado y las alteraciones electrocardiográficas de hipertrofia ventricular izquierda.

En México no se tiene disponible información que describa una relación entre el somatotipo y las alteraciones electrocardiográficas de hipertrofia ventricular izquierda y existe poca literatura a nivel mundial.

CAPÍTULO III

2. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL:

- Conocer si existe una correlación entre las alteraciones electrocardiográficas de hipertrofia ventricular izquierda y el somatotipo en atletas.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer el porcentaje de la muestra que presenta los criterios electrocardiográficos de Sokolow Lyon positivos para hipertrofia ventricular izquierda.
 - Sugerencias: conocer qué porcentaje de cada deporte tiene los criterios positivos para HVI
- Conocer el somatotipo promedio de cada deporte dentro de la muestra.
- Conocer el somatotipo promedio de los deportistas que presentan HVI y el somatotipo promedio de aquellos que no la presentan.

CAPÍTULO IV

4. MATERIAL Y MÉTODOS

A. DISEÑO DEL ESTUDIO:

Se realizó un estudio observacional, de corte transversal y analítico comparativo.

B. MUESTRA

Se calculó la muestra utilizando una fórmula para el cálculo de una proporción, con un valor Z_{α} (distancia de la media del valor de significación propuesto) de 1.96, valor p (proporción de sujetos portadores del fenómeno en estudio) de 0.34, valor q (complementario, sujetos que no tienen la variable de estudio) de 0.66 y un valor de δ (precisión o magnitud del error que estamos dispuestos a aceptar) de 0.05.

Con la cual se obtuvo una N (tamaño de la muestra) de 345 participantes.

$$N = \frac{(Z\alpha)^2(p)(q)}{\delta^2}$$

valor Z	1.96
valor p	0.34
valor q	0.66
valor δ	0.05

La muestra fue seleccionada de manera no probabilística por conveniencia.

Se tomaron 350 expedientes de la base de datos de pruebas de esfuerzo realizadas en el departamento de Medicina del Deporte y Rehabilitación del Hospital Universitario, José Eleuterio González, de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

C. CRITERIOS DEL ESTUDIO

Para la selección de la muestra se utilizaron los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

i. Criterios de inclusión:

- Los expedientes deben ser de deportistas, de edad y de sexo indistinto.
- Los expedientes deben contar con una antropometría que contenga los datos suficientes para realizar el somatotipo de acuerdo al método de Heath y Carter.
- Los expedientes deben contar con un ECG de 12 derivaciones, legible, realizado en reposo.
- Los expedientes deben tener un consentimiento informado firmado por el deportista o por su representante legal.

ii. Criterios de exclusión:

- Expedientes de deportistas con enfermedad cardíaca previamente conocida.
- Expedientes de deportistas que presenten condiciones que pudieran alterar la composición corporal, tales como: edema de miembros inferiores, amputaciones o embarazo o que por algún motivo no se hayan realizado una antropometría.
- Expedientes cuyo ECG en reposo o antropometría no sea legible.
- Expedientes con una antropometría incompleta (que no reúna los datos suficientes para realizar el somatotipo de Heath y Carter).
- Expedientes que no cuenten con un consentimiento informado firmado.

D. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

Previo a cualquier procedimiento se obtuvo la aprobación del estudio por parte del Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Se acudió al archivo del Departamento de Medicina del Deporte y Rehabilitación del Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González" donde se encuentran todos los expedientes de las pruebas de esfuerzo realizadas dentro del mismo departamento.

Se seleccionaron todos los expedientes (361 expedientes) de pruebas de esfuerzo realizadas entre los años 2008 al 2017, a deportistas de edad y sexo

indistintos, que contaran con ECG en reposo de 12 derivaciones legible y que además contaran con una antropometría realizada, legible y que contuviera los datos suficientes para realizar el somatotipo de acuerdo al método de Heath y Carter. Todos los expedientes debían contar con un consentimiento informado firmado.

Con el fin de excluir todos los expedientes que cumplieran con algún criterio de exclusión se hizo una revisión exhaustiva de los antecedentes personales patológicos y la exploración física, en búsqueda de enfermedades cardíacas previamente conocidas o condiciones que pudieran alterar la composición corporal.

Se separaron todos los expedientes por deporte y se creó una base de datos en el programa Microsoft Office Excel donde se registraron los datos de las variables: deporte, edad, género, peso, talla, endomorfia, mesomorfia, ectomorfia e índice de Sokolow-Lyon de cada deportista.

E. PROCEDIMIENTOS

En el Departamento de Medicina del Deporte y Rehabilitación del Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González" se sigue un protocolo estricto con todos los pacientes o deportistas que acuden a valoración por prueba de esfuerzo.

Antes del estudio, cada paciente o deportista proporciona su consentimiento informado por escrito después de recibir una descripción oral y escrita de los

procedimientos a seguir. Se les realiza una historia clínica completa, que incluye historial deportivo y síntomas cardiovasculares, se les realiza una exploración física general, cardiorrespiratoria y musculoesquelética. Posteriormente se procede a la toma de medidas antropométricas, en seguida se les realiza un ECG en reposo y finalmente se procede a la prueba de esfuerzo. Todos los procedimientos son dirigidos y supervisados por algún especialista en medicina del deporte y rehabilitación con la asistencia de residentes de la misma especialidad y en ocasiones pasantes de servicio social de pregrado, de la carrera universitaria de médico cirujano y partero.

A todos los deportistas se les instruye previamente a la prueba para no realizar ejercicio vigoroso al menos un día antes del estudio.

i. Toma de medidas antropométricas:

Se les pide a los participantes que se descubran el hemicuerpo derecho para realizar la antropometría siguiendo el perfil restringido de acuerdo a lo establecido por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK, por sus siglas en inglés).

Se les registra la estatura en bipedestación utilizando como estadiómetro una cinta métrica de pared SECA (SECA modelo 206, Seca GmbH & Co. KG,

Hamburgo, Alemania). La medición se realiza con el participante descalzo y con la espalda contra una pared vertical registrándose al 0.1 cm más cercano.

La masa corporal se mide con un analizador de composición corporal (InBody 3,0 SN, InBody Co., Seúl, Corea) con los participantes descalzos, con ropa ligera y sin ningún objeto metálico ornamental.

Se realiza la medición de los pliegues cutáneos en ocho sitios (bíceps, tríceps, subescapular, cresta ilíaca, supraespinal, abdominal, muslo anterior y pantorrilla medial) con un Plicómetro Slim Guide (Creative Health Products, Inc. Ann Arbor, MI) el cual ejerce una presión constante de 10 g / mm². Todas las medidas se realizaron en el lado derecho del participante.

Las circunferencias (brazo relajado, brazo flexionado, cintura, caderas y pantorrillas) se miden con una cinta metálica Lufkin (modelo W696PM, Apex Tool Group, Sparks, MD) y dos diámetros óseos (biepicondilar del húmero y del fémur) con un segmómetro deslizante CESCORF Calibre (INNOVARE 16 cm).

ii. Evaluación del somatotipo:

Una vez que se toman las mediciones antropométricas, se calculan los componentes del somatotipo de acuerdo con el método de Heath y Carter ¹⁷.

Para obtener los tres componentes del somatotipo se realizan las siguientes ecuaciones matemáticas:

○ ENDOMORFIA: $-0.7182 + 0.1451 (x) - 0.00068 (x^2) + 0.0000014 (x^3)$ en donde x es la suma de los pliegues del tríceps, subscapular, y supraespinale, multiplicado por (70.18 / altura en cm).

○ MESOMORFIA: $(0.858 \times H) + (0.601 \times F) + (0.188 \times B) + (0.161 \times P) - (0.131 \times E) + 4.5$, donde H es el diámetro biepicondilar del húmero, F es el diámetro biepicondilar del fémur, B es el perímetro del brazo flexionado, P es el perímetro de la pantorrilla medial y E es la estatura.

○ ECTOMORFIA: para obtener este parámetro existen tres fórmulas basadas en el índice ponderal (IP), el cual se obtiene al dividir la estatura en centímetros entre la raíz cubica de la masa corporal en kilos

○ Si $IP \geq 40.75$, la fórmula a usar es: $0.732 \times IP - 28.58$;

○ Si $IP < 40.75$ pero > 38.25 , la fórmula a usar es: $0.463 \times IP - 17.63$;

Y si $IP \leq 38.25$, se asigna el valor de 0.1.

iii. Criterios electrocardiográficos de HVI:

A todos los deportistas se les realiza un ECG de 12 derivaciones en reposo para el cual, se coloca al paciente en decúbito supino, en una posición cómoda, con la cabeza elevada y tanto el paciente como el monitor se sitúan lejos de fuentes de interferencia eléctrica. Posteriormente se descubre el pecho y se prepara la piel del paciente para la colocación de los electrodos, en caso de vello excesivo, se aplica gel conductor bajo la zona central del electrodo o se rasura la zona. A todos los

deportistas se les limpia previamente la piel con una compresa mojada en alcohol para eliminar sudoración o exceso de grasa y se espera a que seque la piel del todo.

Los electrodos son colocados de la siguiente manera:

Extremidades:

- Brazo Derecho: Tercio distal de clavícula derecha.
- Brazo izquierdo: Tercio distal de clavícula izquierda.
- Pierna derecha: Sobre el esternón, en el ángulo de Louis (unión del cuerpo con el manubrio esternal).
- Pierna izquierda: En el reborde costal más inferior del hemitórax izquierdo.

Precordiales:

- V1: 4º espacio intercostal derecho, línea paraesternal derecha.
- V2: 4º espacio intercostal izquierdo, línea paraesternal izquierda.
- V3: Equidistante entre V2 y V4.
- V4: 5º espacio intercostal izquierdo, línea claviclar media.
- V5: 5º espacio intercostal izquierdo, línea axilar anterior.
- V6: 5º espacio intercostal izquierdo, línea axilar media.

Posteriormente se toma un trazo del ECG en reposo a 25 mm/seg, con el sujeto relajado y con los ojos cerrados y respirando con tranquilidad.

Para la medición de los criterios electrocardiográficos de hipertrofia ventricular izquierda se utilizan los criterios de Sokolow-Lyon⁸ los cuales establecen que la suma de S en V1 y R en V5 o V6 debe ser > 35 mm para considerarse positivo.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Con los resultados obtenidos se elaboró una base de datos con Microsoft Excel 2013. Esta base de datos fue importada al programa SPSS versión 20. Se realizó estadística descriptiva de todas las variables.

Para la estadística inferencial se realizó primero comprobación de normalidad de los datos mediante la prueba Kolmogorov-Smirnov. Dependiendo de los resultados se realizaron comparaciones mediante las pruebas t-student de dos colas y ANOVA para los datos paramétricos y U de Mann-Whitney y Kruskal-Wallis para los datos no paramétricos. La corrección secuencial de Bonferroni con un nivel de significancia de .05 fue utilizada para las comparaciones múltiples.

Además, se realizó un análisis de regresión lineal múltiple tomando en cuenta los parámetros del somatotipo como las variables independientes y el índice de Sokolow Lyon como variable dependiente. El método de entrada de la regresión lineal fue la entrada forzada. Un valor de $p \leq 0.05$ fue tomado como estadísticamente significativo. Se utilizó SPSS statistics versión 20 (IBM, Armonk, NY, USA) para Windows 7.

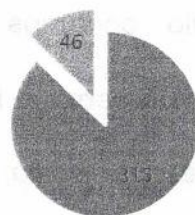
CAPÍTULO V

5. RESULTADOS

A. CARÁCTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS Y DEMOGRÁFICAS DE LA POBLACIÓN GENERAL:

Se obtuvo una muestra total de 361 expedientes de deportistas evaluados en el departamento de Medicina del Deporte y Rehabilitación del Hospital Universitario Dr. José Eleuterio González. Del total de la muestra el 87.3% (315 sujetos) fueron hombres y el 12.7% (46 sujetos) fueron mujeres.

FIGURA 1. Distribución de la muestra por género



■ Hombres ■ Mujeres

La edad media de la muestra fue de 21.96 años con una desviación estándar (D.E.) de ± 7.01 , con un rango de edad del total de la muestra de mínimo 11 años y máximo 53 años.

Los hombres (87.3% de la muestra total) presentaron una edad media de 22.46 años D.E. de ± 7.13 , con un rango de edad mínima de 11 años y máxima de 53 años. Las mujeres (12.7% de la muestra total) del estudio tuvieron una edad media de 18.58 años, con una D.E. de ± 4.9 , un rango de edad mínima de 10 años y máxima de 29 años.

El peso corporal en kilogramos (kg) en promedio de la muestra total fue de 76.79 kg con una D.E. de ± 19.32 , un rango de peso corporal con un peso mínimo de 35.9 kg y un peso máximo de 159.9 kg. Los hombres presentaron un peso corporal promedio de 79.84 kg con una D.E. de ± 18.63 , un rango de mínimo 35.9 kg y máximo 159.6 kg. Las mujeres del estudio presentaron un peso corporal promedio de 55.91 kg con una D.E. de 7.44, un rango mínimo de 41.3 kg y máximo de 68.8 kg.

La talla promedio en centímetros (cm) del total de la muestra fue de 175.68 cm, con una D.E. de ± 17.83 . El mínimo fue de 150 cm y el máximo de 214 cm. Los hombres tuvieron una talla promedio de 177.38 cm, con una D.E. de ± 18.31 , un mínimo de 166 cm y un máximo de 214 cm. Las mujeres tuvieron una talla promedio de 164 cm, con una D.E. de 6.46, un mínimo de 150 cm y un máximo de 178.4 cm.

Las características antropométricas y demográficas del total de la población general se muestran a continuación en la tabla 1.

TABLA 1. Características antropométricas y demográficas de la población general. (Media \pm DE).

Género		Edad	Peso	Talla
<i>Masculino</i>	N	315	315	315
	Media	22.46	79.84	177.38
	D.E.	7.13	18.63	18.31
	Mínimo	11	35.9	166
	Máximo	53	159.6	214
<i>Femenino</i>	N	46	46	46
	Media	18.58	55.91	164
	D.E.	4.9	7.44	6.46
	Mínimo	10	41.3	150
	Máximo	29	68.8	178.4
<i>Total</i>	N	361	361	361
	Media	21.96	76.7	175.68
	D.E.	7	19.32	17.8
	Mínimo	10	35.9	150
	Máximo	53	159.6	214

Edad en años, peso en kilogramos, talla en centímetros; D.E: desviación estándar.

B. CARÁCTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS Y DEMOGRÁFICAS DE LA POBLACIÓN POR DEPORTE:

Dentro de los 361 expedientes de deportistas que se analizaron se obtuvo un total de 18 distintas categorías de deportes. Decidimos dividir el deporte de fútbol

soccer en 7 categorías (soccer 1° división, soccer sub 20, soccer 2° división, soccer sub 17, soccer femenino, soccer 3° división y soccer sub 15) para obtener una representación equitativa del somatotipo de cada subcategoría de esta disciplina. La que mayor representación tuvo fue la disciplina de béisbol con un total de 69 participantes (19.1%) y las que menor representación tuvieron fueron triatlón, boliche y atletismo, cada una con 1 solo sujeto (0.3 % del total). En la tabla 2 se muestra el total de sujetos representantes de cada una de las 18 categorías y el porcentaje del total.

TABLA 2. Distribución de sujetos participantes en cada categoría de deporte estudiado.

Deporte	Frecuencia	Porcentaje
Béisbol	69	19.1
Soccer 1° división	54	15
Futbol Americano	39	10.8
Ciclismo	31	8.6
Soccer sub 20	30	8.3
Soccer 2° división	25	6.9
Soccer sub 17	22	6.1
Soccer femenino	19	5.3
Natación	19	5.3
Soccer 3° división	17	4.7
Basquetbol	11	3
Tenis	10	2.8
Soccer sub 15	8	2.2
Gimnasia artística	2	0.6
Karate Do	2	0.6
Triatlón	1	0.3
Boliche	1	0.3
Atletismo	1	0.3
Total	361	100%

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la estadística descriptiva acerca de las características antropométricas (peso y talla) y la edad de los participantes divididos por deporte (tabla 3).

TABLA 3. Características antropométricas y demográficas de la población por cada deporte.

Deporte		Edad	Peso	Talla
Soccer 1° div	N	54	54	54
	Media	27.18	75.37	179.84
	D.E.	± 4.28	± 8.14	± 8.08
Soccer 2° div	N	25	25	25
	Media	18.32	68.56	173.44
	D.E.	± 1.51	± 9.23	± 19.05
Soccer 3° div	N	17	17	17
	Media	16.52	67.78	156.37
	D.E.	± 1.46	± 7.68	± 58.69
Soccer sub 20	N	30	30	30
	Media	18.36	69.41	176.56
	D.E.	± 1.03	± 7.66	± 6.96
Soccer sub 17	N	22	22	22
	Media	16.77	66.83	177.50
	D.E.	± 0.52	± 7.70	± 6.54
Soccer sub 15	N	8	8	8
	Media	14.75	62.23	169.82
	D.E.	± 0.46	± 3.97	± 4.74
Soccer femenino	N	19	19	19
	Media	22.36	59.73	165.85
	D.E.	± 2.98	± 4.99	± 6.06
Béisbol	N	69	69	69
	Media	26.95	96.66	182.07
	D.E.	± 5.32	± 11.85	± 13.35
	N	39	39	39

Futbol americano	Media	20.76	98.04	181.30
	D.E.	± 2.79	± 21.01	± 8.31
Ciclismo	N	31	31	31
	Media	22.35	64.68	170.37
	D.E.	± 12.78	± 10.49	± 7.33
Natación	N	19	19	19
	Media	12.84	50.52	163.05
	D.E.	± 1.64	± 8.29	± 9.27

C. RESULTADOS DEL SOMATOTIPO:

En la siguiente tabla se muestran los valores promedio de los tres componentes del somatotipo (endomorfia, mesomorfia y ectomorfia) para los diferentes deportes analizados en el estudio (tabla 4).

TABLA 4. Componentes del somatotipo por deporte.

Deporte		Endomorfia	Mesomorfia	Ectomorfia
Soccer 1° div	Media	2.06	4.63	2.62
	D.E.	± 0.75	± 0.88	± 0.74
Soccer 2° div	Media	2.02	4.24	3.14
	D.E.	± 0.45	± 0.66	± 0.82
Soccer 3° div	Media	2.15	4.21	3.22
	D.E.	± 0.36	± 0.72	± 0.78
Soccer sub 20	Media	2.16	4.32	2.93
	D.E.	± 0.49	± 1.22	± 0.96
Soccer sub 17	Media	1.98	4.06	3.49
	D.E.	± 0.65	± 0.71	± 0.87
Soccer sub 15	Media	2.26	4.56	2.81
	D.E.	± 0.44	± 0.44	± 0.44
Soccer femenino	Media	3.18	3.48	2.51
	D.E.	± 0.82	± 0.73	± 0.83
Béisbol	Media	4.34	5.31	1.09
	D.E.	± 1.37	± 1.76	± 0.77

Futbol	Media	4.39	6.77	0.99
Americano	D.E.	± 1.83	± 2.0	± 0.82
Ciclismo	Media	4.12	3.95	2.79
	D.E.	± 4.48	± 1.3	± 0.90
Natación	Media	2.84	3.67	3.81
	D.E.	± 1.28	± 1.09	± 1.26

En la siguiente tabla se muestran las diferentes categorías del somatotipo de cada uno de los grupos de deportes estudiados (tabla 5).

TABLA 5. Categorías del somatotipo por deporte.

Deporte	Categoría
Soccer 1° división	Mesomorfo-ectomórfico
Soccer 2° división	Mesomorfo-ectomórfico
Soccer 3° división	Mesomorfo-ectomórfico
Soccer sub 20	Mesomorfo-ectomórfico
Soccer sub 17	Mesomorfo-ectomórfico
Soccer sub 15	Mesomorfo-ectomórfico
Soccer femenino	Mesomorfo-edomorfo
Béisbol	Mesomorfo-endomórfico
Futbol americano	Mesomorfo-endomórfico
Ciclismo	Mesomorfo-endomorfo
Natación	Mesomorfo-ectomorfo

D. RESULTADOS DE HIPERTROFIA VENTRICULAR IZQUIERDA:

Dentro del total de la muestra de los 361 deportistas estudiados el 63.7% (230 deportistas en total) no presentaron datos positivos de HVI de acuerdo a los criterios de Sokolow-Lyon, por otro lado un porcentaje de 36.3% (131 deportistas) si cumplieron con los criterios de HVI de acuerdo a los criterios de Sokolow-Lyon⁹.

Los deportistas con criterios positivos para HVI fueron 96.2% del género masculino (126 hombres en total) y 3.8% del género femenino (5 mujeres en total).

En la siguiente tabla se muestra el somatotipo promedio de los deportistas con criterios positivos para HVI y el somatotipo promedio de aquellos deportistas que no cumplieron los criterios de voltaje para HVI (ver tabla 6).

TABLA 6. Somatotipo en deportistas con HVI y sin HVI.

		Endomorfia	Mesomorfia	Ectomorfia
Sin HVI (n=229)	Media	3.30	4.78	2.17
	D.E.	± 1.66	± 1.78	± 1.26
Con HVI (n= 131)	Media	2.95	4.45	2.74
	D.E.	± 2.51	± 1.25	± 1.22

Podemos observar que la clasificación del somatotipo promedio del grupo de deportistas con criterios de voltaje positivos para HVI es mesomorfo-balanceado, ya que predomina la mesomorfia y los componentes de endomorfia y ectomorfia no difieren por más de media unidad. Por otro lado en el grupo de deportistas que no cumplieron con los criterios electrocardiográficos de voltaje para HVI la categoría del somatotipo promedio en este grupo es mesomorfo-endomórfico, ya que predomina el componente mesomórfico y el componente endomórfico es mayor que el ectomórfico por más de media unidad.

En el análisis estadístico para encontrar la correlación entre el somatotipo y los criterios ECG de HVI, en la regresión lineal el modelo si predice más no se correlaciona. El componente que más se asocia es la ectomorfia con fuerza de 0.138 cuando no se toma en cuenta a las demás variables.

TABLA 7. Correlación entre somatotipo y criterios ECG de HVI.

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	33.149	4.285		7.736	.000
	ENDOMORFIA	-.705	.465	-.113	-1.514	.131
	MESOMORFIA	-.190	.456	-.031	-.418	.676
	ECTOMORFIA	1.069	.734	.138	1.456	.146

a. Dependent Variable: INDICE SOKOLOW LYON

CAPÍTULO VI

6. DISCUSIÓN

A pesar del amplio interés en investigación dentro del área de la salud cardiovascular en el deporte, la prevención de muerte súbita y el corazón del atleta aún existe escasa información acerca de la asociación del somatotipo con la salud cardiovascular y actualmente se desconoce si existe alguna asociación entre el somatotipo de los deportistas y los criterios ECG positivos para HVI.

El objetivo de este estudio fue conocer si existe una correlación entre las alteraciones electrocardiográficas de hipertrofia ventricular izquierda y el somatotipo en atletas de distintas disciplinas. En nuestro estudio no encontramos dicha correlación entre el somatotipo y los criterios ECG positivos para HVI.

Los resultados de revelaron que un alto porcentaje de la muestra total de deportistas correspondía al género masculino (87.3%). Esta distribución de género tan desproporcionada puede deberse al hecho de que el Departamento de Medicina del Deporte y Rehabilitación del Hospital Universitario José Eleuterio González tiene un convenio con un equipo de futbol soccer profesional y su academia de futbol soccer, por lo que anualmente se evalúan a todos sus deportistas desde los

profesionales de primera división hasta los más jóvenes de la categoría sub 15. Los futbolistas masculinos, en todas sus categorías, representaron el 43.2% del total de los deportistas evaluados.

Por otro lado también se suelen evaluar dentro del departamento al equipo profesional de béisbol del estado, integrado por deportistas masculinos. Los beisbolistas representaron el 19.1% del total de los deportistas evaluados.

En México existe poco apoyo sociocultural hacia el deporte femenino. Especialmente en la disciplina de futbol soccer, el deporte nacional por excelencia, donde apenas en el año 2016 se fundó la primera división femenil de futbol soccer, con una falta de equidad evidente en comparación con la primera división masculina de futbol soccer.

De cualquier forma la muestra fue constituida principalmente por hombres, lo cual deja descubierta una gran proporción de la población de atletas mexicanas femeninas y por ende poco podemos concluir acerca de la relación que existe entre el somatotipo y los criterios ECG positivos para HVI en este grupo de deportistas.

Nuestros resultados son similares a los de Pellicia y colaboradores²³ en cuanto a la distribución de género. Ellos estudiaron a un grupo de 1005 atletas elite italianos para conocer la prevalencia y tipo de anormalidades ECG en estos deportistas y observaron que del total de su muestra el 75% fueron hombres.

Cabe mencionar, con respecto a la evaluación de los criterios de voltaje ECG para el diagnóstico de la HVI, en el grupo de mujeres el límite superior del rango considerado dentro de la normalidad del voltaje del QRS suele ser más bajo que en

el grupo de los hombres ⁸. Sin embargo en este estudio se utilizaron los mismos criterios para ambos géneros.

La edad media de la muestra fue de 21.96 años, sin embargo el rango de edades de la muestra fue muy amplio, el deportista más joven tenía tan solo 11 años y el de mayor edad tenía 53 años. Evidentemente esta gran variabilidad de los grupos etarios de la muestra hace el análisis de la información más complicado, ya que es bien sabido que la edad es un factor importante que influye en el voltaje del ECG y por ende en los criterios ECG para la HVI ^{8,12}.

Las guías de recomendaciones para la estandarización e interpretación del electrocardiograma de la Asociación Americana de Cardiología mencionan que existe una amplia variabilidad en los límites normales del voltaje del QRS en la población pediátrica de diferentes edades y en la población de adultos de distintas edades. En los adultos, el voltaje de QRS suele disminuir conforme incrementa la edad ⁸.

De acuerdo a las guías de la Asociación Americana de Cardiología los criterios de voltaje del QRS para HVI más comúnmente usados aplican en adultos mayores de 35 años. El grupo etario de 16 a 35 años aún no tiene criterios bien establecidos y por ende el diagnóstico de HVI basado exclusivamente en el voltaje del ECG tiene muy poca precisión. Inclusive se menciona en dichas guías que el diagnóstico de la HVI basado en los criterios de voltaje ECG en la población de atletas es particularmente problemático ⁸.

A pesar de lo anteriormente mencionado, las guías más utilizadas para la interpretación del ECG en la población especial de atletas son las guías de Seattle,

las cuales recomiendan utilizar los criterios de Sokolow-Lyon para la medición del voltaje ECG en el diagnóstico de HVI en atletas ¹². Por lo cual en este estudio se utilizaron dichos criterios ECG a pesar del amplio rango de distintas edades de la muestra.

En cuanto al peso corporal de los distintos deportistas encontramos un amplio rango entre el peso mínimo que fue de 35.9 kg y el máximo de 159.6 kg. Este resultado era esperado debido a la gran variedad de deportes que conformaron nuestra muestra. No obstante cabe mencionar que la obesidad se ha asociado con un incremento en la masa ventricular izquierda en estudios ecocardiográficos pero no así con un incremento en el voltaje del QRS. Esto se atribuye al efecto aislante del tejido adiposo y a la mayor distancia entre el corazón y la pared torácica con los electrodos ⁸.

En los resultados de las distintas categorías del somatotipo por deporte pudimos observar que el componente predominante en la gran mayoría de los deportes es la mesomorfia. Todos los deportistas de futbol soccer varonil tuvieron un somatotipo promedio mesomorfo-ectomórfico, este resultado es distinto a otros estudios que han encontrado que el somatotipo promedio de jugadores de futbol soccer profesional es mesomorfo balanceado ²⁴⁻²⁶. Encontramos que el somatotipo promedio de los jugadores de béisbol fue mesomorfo-endomorfo, lo cual quiere decir que la endomorfia y mesomorfia son iguales (o no difieren en más de media unidad), y la ectomorfia es menor. Nuestros hallazgos son distintos a los reportados por Carvajal y colaboradores ²⁷, quienes encontraron que el somatotipo mesomorfo-endomórfico fue el predominante en un grupo de 100 jugadores de béisbol cubanos.

hacen hincapié en la falta de criterios para pacientes de edades menores a 35 años, son las guías de Seattle las que recomiendan los criterios de Sokolow-Lyon como referencia para criterios de voltaje aislados para HVI en todos los deportistas.

Consideramos importante que se desarrollen criterios específicos para todos los deportistas de las distintas edades para ampliar el conocimiento sobre el comportamiento del corazón del atleta en las distintas fases de desarrollo, desde la infancia hasta el adulto mayor.

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIÓN

Podemos observar que la clasificación del somatotipo promedio del grupo de deportistas con criterios ECG de voltaje positivos para HVI es mesomorfo-balanceado, ya que predomina la mesomorfia y los componentes de endomorfia y ectomorfia no difieren por más de media unidad.

Por otro lado en el grupo de deportistas que no cumplieron con los criterios electrocardiográficos de voltaje para HVI la categoría del somatotipo promedio en este grupo es mesomorfo-endomórfico, ya que predomina el componente mesomórfico y el componente endomórfico es mayor que el ectomórfico por más de media unidad.

En el análisis estadístico para encontrar la correlación entre el somatotipo y los criterios ECG de voltaje para HVI, en la regresión lineal el modelo si predice más no se correlaciona.

El componente del somatotipo de Heath y Carter que más se asocia es la ectomorfia, con fuerza de 0.138 cuando no se toma en cuenta a las demás variables.

En el presente estudio no encontramos una relación entre somatotipo y criterios ECG positivos de hipertrofia ventricular izquierda, por lo que no se comprueba la hipótesis de trabajo.

Es importante seguir estudiando la relación entre somatotipo y criterios ECG de HVI con un tamaño de muestra más grande y una muestra más homogénea en cuanto características antropométricas, especialmente la edad, y más homogénea en cuanto al nivel competitivo.

CAPÍTULO VII

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Prior DL, La Gerche A. The athlete's heart. *Heart*. 2012;98(12):947-955.
2. Baggish AL, Wood MJ. Athlete's heart and cardiovascular care of the athlete: Scientific and clinical update. *Circulation*. 2011;123(23):2723-2735.
3. Maron BJ, Pelliccia A. The heart of trained athletes: Cardiac remodeling and the risks of sports, including sudden death. *Circulation*. 2006;114(15):1633-1644.
4. ROSKAMM H, REINDELL H, MUSSHOF K, KOENIG K. [Relations between heart size and physical efficiency in male and female athletes in comparison with normal male and female subjects. III]. *Arch Kreislaufforsch*. 1961;35:67-102.
5. Fagard R. Athlete's heart. *Heart*. 2003;89(12):1455-1461.
6. Pelliccia A, Maron BJ, Spataro A, Proschan MA, Spirito P. The upper limit of physiologic cardiac hypertrophy in highly trained elite athletes. *N Engl J Med*. 1991;324(5):295-301.

7. Morganroth J, Maron BJ, Henry WL, Epstein SE. Comparative left ventricular dimensions in trained athletes. *Ann Intern Med.* 1975;82(4):521-524.
8. Hancock EW, Deal BJ, Mirvis DM, Okin P, Kligfield P, Gettes LS. AHA/ACCF/HRS Recommendations for the Standardization and Interpretation of the Electrocardiogram: Part V: Electrocardiogram Changes Associated With Cardiac Chamber Hypertrophy: A Scientific Statement From the American Heart Association Electrocardiography. *Circulation.* 2009;119(10):e251-e261.
9. SOKOLOW M, LYON TP. The ventricular complex in left ventricular hypertrophy as obtained by unipolar precordial and limb leads. *Am Heart J.* 1949;37(2):161-186.
10. Casale PN, Devereux RB, Kligfield P, et al. Electrocardiographic detection of left ventricular hypertrophy: development and prospective validation of improved criteria. *J Am Coll Cardiol.* 1985;6(3):572-580.
11. Okin PM, Roman MJ, Devereux RB, Kligfield P. Electrocardiographic identification of increased left ventricular mass by simple voltage-duration products. *J Am Coll Cardiol.* 1995;25(2):417-423.
12. Drezner JA, Fischbach P, Froelicher V, et al. Normal electrocardiographic findings: recognising physiological adaptations in athletes. *Br J Sports Med.* 2013;47(3):125-136.
13. Cabezas M, Comellas A, Gómez JR, et al. Comparación de la sensibilidad y especificidad de los criterios electrocardiográficos para la hipertrofia ventricular izquierda según métodos y Rodríguez Padial CRITERIA FOR LEFT VENTRICULAR. *Rev Española Cardiol.* 1997;50(1):31-35.

14. Norton K, Olds T, Mazza JC, Cuesta G, Palma M. *Antropométrica*. Vol 1st ed. Rosario, Argentina: Biosystem Servicio Educativo; 2000.
15. Carter JEL, Heath BH. *Somatotyping-Development and Applications*. Vol 1st ed. Cambridge, England: Cambridge University Press; 1990.
16. Fidelix Y, Berria J, Ferrari E, Ortiz J, Cetolin T, Petroski E. Somatotype of competitive youth soccer players from Brazil. *J Hum Kinet*. 2014;43:259-266.
17. Carter JEL. The Heath-Carter Anthropometric Somatotype. Instruction Manual. 2002;(March):1-26.
18. Sheldon WH, Lewis NDC, Tenney AM. Psychotic patterns and physical constitution. *Schizophr Curr Concepts Res*. 1969:839-911.
19. Williams SRP, Goodfellow J, Davies B, Bell W, McDowell I, Jones E. Somatotype and angiographically determined atherosclerotic coronary artery disease in men. *Am J Hum Biol*. 2000;12(1):128-138.
20. Herrera H, Rebato E, Hernández R, Hernández-Valera Y, Alfonso-Sánchez MA. Relationship between somatotype and blood pressure in a group of institutionalized Venezuelan elders. *Gerontology*. 2004;50(4):223-229.
21. Devereux RB, Lutas EM, Casale PN, et al. Standardization of M-mode echocardiographic left ventricular anatomic measurements. *J Am Coll Cardiol*. 1984;4(6):1222-1230.
22. Chicharro Lopez J. *Fisiología Del Ejercicio*. Madrid: Panamericana SA; 1995.
23. Pelliccia A, Maron BJ, Culasso F, et al. Clinical significance of abnormal electrocardiographic patterns in trained athletes. *Circulation*. 2000;102(3):278-284.
24. Hazir T. Physical Characteristics and Somatotype of Soccer Players

according to Playing Level and Position. *J Hum Kinet.* 2011;26:83-95.

25. Henríquez-Olguín C, Báez E, Ramírez-Campillo R, Cañas R. Perfil Somatotípico del Futbolista Profesional Chileno. *Int J Morphol.* 2013;(31):225-230.
26. Magalhães Sales M, Vieira Browne RA, Yukio Asano R, dos Reis Vieira Olher R, Vila Nova JF, Simões HG. Physical fitness and anthropometric characteristics in professional soccer players of the United Arab Emirates. *Rev Andaluza Med del Deport.* 2014;7(3):106-110.
27. Carvajal W, Ríos A, Echevarría I, Martínez M, Miñoso J, Rodríguez D. Body type and performance of elite cuban baseball players. *MEDICC Rev.* 2009;11(2):15-20.
28. Corrado D, Pelliccia A, Heidbuchel H, et al. Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete. *Rev Port Cardiol.* 2009;28(12):1505-1506.

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

ROSA MARÍA GISELA HERNÁNDEZ SUÁREZ

Candidata para la especialidad de Medicina del Deporte y Rehabilitación

Tesis: RELACIÓN DE CRITERIOS ELECTROCARDIOGRÁFICOS DE HIPERTROFIA VENTRICULAR IZQUIERDA Y EL SOMATOTIPO EN ATLETAS MEXICANOS

Campo de estudio: Ciencias de la Salud, Medicina del Deporte y Rehabilitación

BIOGRAFÍA

Datos personales

Nacida en México, D.F., el 4 de julio de 1987, hija de: Lic. Raúl Guillermo Hernández

Yáñez y Gisela Suárez Villanueva

Educación

Egresada de la Universidad de Monterrey con título de Médico Cirujano y Partero

Experiencia profesional

Médico de equipo y Comité Organizador de Medicina del Deporte en la cobertura del

evento de "Olimpiada Nacional 2015 Nuevo León", Monterrey, México.

Médico de equipo de la Delegación Mexicana en la cobertura del evento "29th Summer

Universiade 2017", Federación Internacional del Deporte Universitario, Taipei, Taiwan.